

# О ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ АТЕРМИЧЕСКОЙ $\omega$ -ФАЗЫ В ТИТАНОВОМ СПЛАВЕ VT16

Степанов С.И., Незнахина О.А., Ларькова М.И.,  
Минак А.А., Шалашова Н.В.

Руководитель – доц., к.т.н. Илларионов А.Г.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н. Ельцина»  
stepforw@mail.ru

В работе методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), микрорентгеноспектрального анализа (МРСА) и динамического механического анализа (ДМА) изучено влияние температуры закалки на формирование структуры и фазового состава титанового сплава мартенситного класса VT16.

Исследование производилось на прутках диаметром 11 мм, которые подвергались закалке в воду от температур 700...875 °С с шагом 25 °С.

В ходе расшифровки электронограмм с областей  $\beta$ -твердого раствора, фиксируемого при закалке от 800 °С, наряду с рефлексами  $\beta$ -фазы и  $\alpha''$ -мартенсита, образовавшегося в ходе закалки, обнаружены рефлекссы  $\omega$ -фазы (рис. 1).

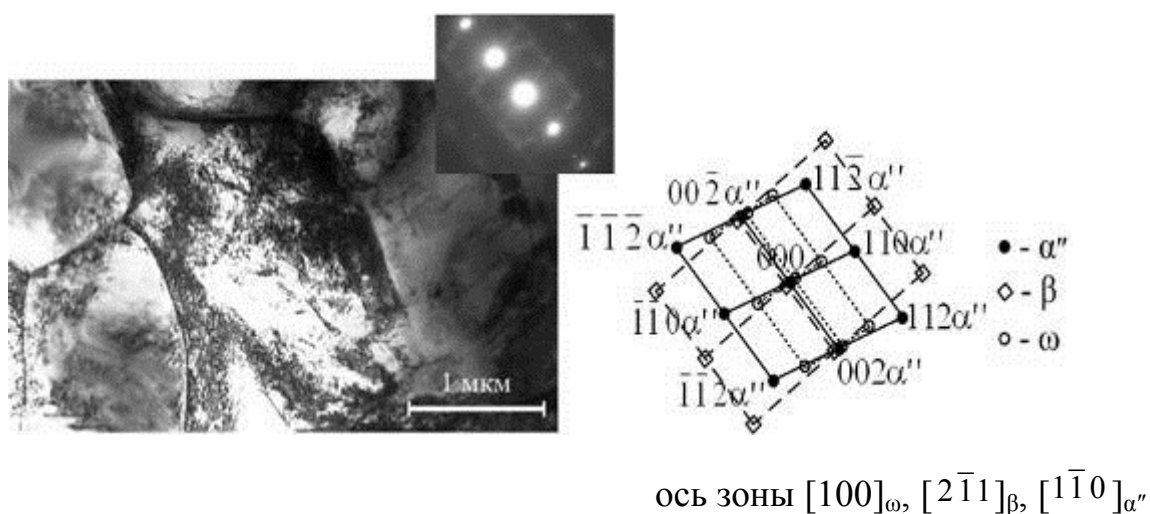
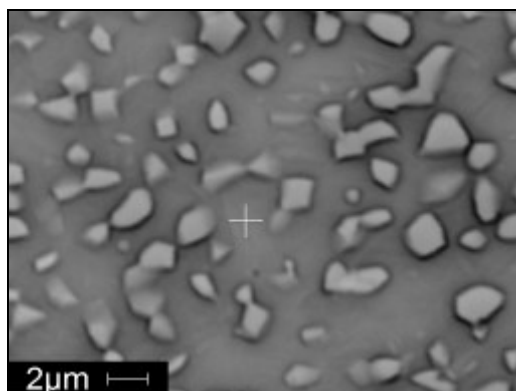


Рисунок 1. Структура сплава VT16, полученная закалкой от 800 °С

Несмотря на то, что о таком явлении в сплаве VT16 при закалке до этого в литературе не упоминалось, образование  $\omega$ -фазы в данном случае возможно по нескольким причинам. Во-первых, как показывают литературные данные [1], легированность  $\beta$ -твердого раствора при нагреве до 800 °С близка к  $s_{кр}''$  и  $K_\beta \sim 1$ , то есть соответствует условиям, когда в титановых сплавах возможно образование  $\omega$ -фазы при закалке. Во-вторых, расчет электронной концентрации по данным МРСА (рис. 2) показал, что

она составляет 4,1 эл./ат., то есть лежит в пределах образования  $\omega$ -фазы в сплавах титана (4,09...4,21 эл./ат.).



<i>Element</i>	<i>At%</i>
<i>AlK</i>	05.00
<i>MoL</i>	04.60
<i>TiK</i>	84.83
<i>V K</i>	05.38
<i>FeK</i>	00.19

Рисунок 2. Микроструктура и химический состав областей  $\beta$ -твердого раствора образца, закаленного от 800 °С

В-третьих, содержание алюминия в сплаве составляет  $\sim 3$  масс. %, а в  $\beta$ -фазе и того меньше (2,87 масс. %), то есть недостаточно для подавления  $\beta \rightarrow \omega$ -превращения. В-четвертых, косвенным подтверждением присутствия  $\omega$ -фазы в структуре является наличие экстремума (максимума) на кривой изменения модуля упругости от температуры закалки (рис. 3), как раз в районе 800 °С.

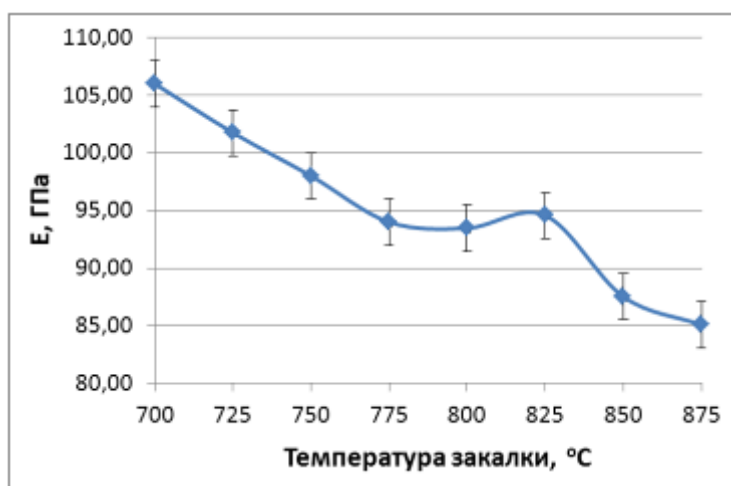


Рисунок 3. Зависимость модуля упругости от температуры закалки

Из литературных источников известно [2], что появление максимума на кривой изменения модуля упругости в закаленных титановых сплавах связано с появлением  $\omega$ -фазы. Смещение максимума к температуре закалки 825 °С может быть связано с тем, что в  $\beta$ -матрице могут иметься области с  $\omega$ -образными смещениями, которые так же имеют повышенный

модуль упругости, несмотря на то, что при электронномикроскопическом исследовании этого образца наличие  $\omega$ -фазы не установлено.

Таким образом, зафиксированное образование  $\omega$ -фазы при закалке в сплаве ВТ16 необходимо учитывать при выборе режимов упрочняющей обработки.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы Министерства образования и науки РФ «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы

Список используемых источников:

1. Лясоцкая В.С. Термическая обработка сварных соединений титановых сплавов. М.: Экомет, 2003.-352с.
2. Коллингз Е.В. Физическое металловедение титановых сплавов. М.:Металлургия, 1988. -223 с.